

Ing. Milena Vágnerová, MUS a.s. Most

Aditivum pro odsíření mosteckého uhlí při spalování ve fluidním kotli; možnosti užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví

Additivmittel für Entschwefelung der Braunkohle aus den Lokalitäten der MUS AG Most bei Verbrennung in Wirbelschicht: Anwendungsmöglichkeiten von Aschen und Flugaschen aus Verbrennung in Wirbelschichtkesseln

MUS AG ist der Braunkohlenlieferant für eine große Menge von Abnehmern (siehe Beilage Nr.2 zur Kundmachung Nr. 117/1997 Smlg. - über kleine, mittlere und große Quellen der Luftverunreinigung).

Im Bezug auf gültige Gesetzgebung, betreffend des Umweltschutzes und Behandlung mit Abfällen (Gesetz 309/1991 Smlg. und gemeinsam mit zusammenhängenden Kundmachungen und Verordnungen), mußte MUS AG nachweisen, daß die Kohlensorten von Most in modernen Verbrennungsanlagen mit gutem ökologischen und wirtschaftlichen Ergebnis zu verbrennen sind.

Eine der ökologisch sauberen Technologien der Braunkohlenverbrennung ist Verbrennung in Wirbelschichtkesseln. Bei dem Verbrennungsprozeß im Wirbelschichtkessel tritt neben der Kohle auch der Kalkstein als Additivmittel ein. Seine Reaktivität und Qualität hat einen ausgeprägten Einfluß nicht nur auf die Qualität des Entschwefelungsprozesses (Einhaltung der verlangten Grenzlimes der SO₂-Emissionen), sondern auch auf Eigenschaften der entstehenden Aschen und Flugaschen aus der Verbrennung in Wirbelschichtkesseln, auf die Möglichkeit ihrer weiteren Aufbereitung oder Anwendung.

MUS AG hat im Rahmen der angenommenen Strategie der komplexen Nutzung der Braunkohle aus den Lokalitäten von Most eine "Studie über die Additivmittel" durchgeführt und bemüht sich dabei ein optimales Additivmittel für Braunkohlenverbrennung in Wirbelschichtkesseln zu definieren und hat mit der Überprüfung der Einsatzmöglichkeiten von

Aschen und Flugaschen aus Wirbelschichtkesseln im Bauwesen begonnen.

Additive for desulphurization of Most coal at burning in fluid boiler; the possibilities of utilization of fluid ash and fly ash in the building industry

MUS j.s.c. is the coal supplier for a number of consumers (according to enclosure No. 2 to the public notice No. 117/1997 digest - small, middle and great sources of atmosphere pollution).

In connection to issuing the legislation concerning the atmosphere protection and handling the waste (Act 309/1991 digest together with connecting public notices and statutes), MUS j.s.c. had to prove that Most brown coal is possible to be burnt in modern technologies and that with good ecological and economical result.

One of the ecologically clean technologies of coal combustion is the burning in fluid boilers. Additive - limestone enters also besides coal into the proces of burning in fluid boiler. Its reactivity and quality has significant influence not only to quality of desulphurization process (keeping the required emission limits SO₂), but also to character of produced fluid ash and fly ash, to possibility of their further preparation or utilization.

MUS j.s.c. executed in the framework of accepted strategy of complex utilization of Most coal in the effort to define the optimum additive for coal burning in fluid boilers "The Study of Additives" and initiated the verification of possibility utilization of fluid ash and fly ash in building industry.

Аддитивные средства для обессеривания мостецкого бурого угля при сгорании в котле с кипящим слоем; возможности использования котельной и летучей золы в строительстве

А/о Мостецкая угольная компания является поставщиком бурого угля для

значительного числа потребителей - небольших, средних и крупных источников загрязнения атмосферного воздуха. В связи с законодательными актами касающимися охраны атмосферы и использования (ликвидирования) отходов, Мостецкая угольная компания должна была доказать, что ее бурый уголь можно сжигать в процессе современных чистых технологий с хорошим экологическим и экономическим результатом.

Одной из таких чистых технологий является сгорание угля в котлах с кипящим слоем. В процесс сгорания в котле с кипящим слоем вступает помимо угля также аддитивное средство - известняк. Его реакционность и качество имеют значительное влияние не только на качество процесса обессеривания (соблюдение требуемых лимитов эмиссий SO_2), а также на характер продуцируемой золы из кипящего слоя и летучей золы и разумеется, на возможность их дальнейшего обогащения или же использования.

А/о Мостецкая угольная компания в рамках принятой стратегии комплексного использования мостецкого угля провела - стремясь определить оптимальное аддитивное средство для сжигания мостецкого угля в котлах с кипящим слоем - изучение аддитивов и начала проверять возможности исполь-

зования золы из котлов и летучей золы в строительном деле.

Aditivum pro odsíření mosteckého uhlí při spalování ve fluidním kotli; možnosti užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví

MUS a.s. je dodavatelem uhlí pro velké množství odběratelů (dle přílohy č. 2 k vyhlášce č.117/1997 Sb. - malých, středních i velkých zdrojů znečišťování ovzduší).

V návaznosti na vydání legislativy, týkající se ochrany ovzduší a nakládání s odpady (zákon 309/1991 Sb. spolu se souvisejícími vyhláškami a nařízeními), MUS a.s. musela prokázat, že mostecké hnědé uhlí je možné spalovat v moderních technologiích a to s dobrým ekologickým i ekonomickým výsledkem.

Jednou z ekologicky čistých technologií spalování uhlí je spalování ve fluidních kotlích. Do procesu spalování ve fluidním kotli vstupuje vedle uhlí také aditivum - vápenec. Jeho reaktivnost a kvalita má výrazný vliv nejen na kvalitu odsiřovacího procesu (dodržení požadovaných emisních limitů SO_2), ale také na charakter produkovaných fluidních popelů a popílků, na možnost jejich další úpravy či využití.

MUS a.s. v rámci přijaté strategie komplexního užití mosteckého uhlí provedla ve snaze definovat optimální aditivum pro spalování uhlí ve fluidních kotlích "Studii aditiv" a zahájila ověřování možnosti užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví.

1. Úvod

MUS a.s. je dodavatelem uhlí pro velké množství odběratelů (dle přílohy č. 2 k vyhlášce č.117/1997 Sb. - malých, středních i velkých zdrojů znečišťování ovzduší).

V návaznosti na vydání legislativy, týkající se ochrany ovzduší a nakládání s odpady (zákon 309/1991 Sb. spolu se souvisejícími vyhláškami a nařízeními), MUS a.s. musela prokázat, že mostecké hnědé uhlí je možné spalovat v moderních technologiích a to s dobrým ekologickým i ekonomickým výsledkem.

V období r. 1993 - 1995 byla provedena řada spalovacích zkoušek, kdy uhlí bylo spalováno ve fluidní pilotní jednotce, v režimu stacionárního i cirkofluidního lože.

Pilotní zařízení o výkonu 1 MWt je instalováno ve Studijním a výzkumném středisku pro uhlí (CERCHAR) v Mazingarbe ve Francii.

Mimo spalovacích zkoušek, provedených v pilotní jednotce, byla provedena i průmyslová spalovací zkouška v elektrárně E. Huchet ve Francii ve fluidním kotli o výkonu 125 MWe.

V průběhu všech zkoušek bylo spalováno uhlí různé granulometrie a kvality (tab.1).

Tab.1

Q_i^r (MJ/kg)	A^d (%)	S^d (%)	W_i^r (%)
10,0-17,1	13,1-47,6	1,25-5,75	25,35-33,07

Cílem spalovacích zkoušek bylo stanovit následující parametry:

- podmínky spalování
- vliv kvalitativních ukazatelů uhlí (granulometrie, sirnatost, popelnatost)
- množství a kvalitu aditiva (vápence)
- podmínky splnění emisních limitů SO_2 , CO, NO_x

a získat reálné fluidní popely a popílky z mosteckého uhlí.

O průběhu a výsledcích spalovacích zkoušek byli čtenáři Zpravodaje "Hnědé uhlí" podrobněji informováni v čísle 3/96.

Souhrnně je možné konstatovat, že výsledky všech provedených zkoušek potvrdily, že uhlí jakékoliv kvality lze ekologicky čistě spálit ve fluidních kotlích s dobrým ekonomickým výsledkem.

Výsledky výše uvedených zkoušek současně byly podkladem pro další dvě oblasti práce MUS a.s., a to:

- oblast definování optimálního aditiva pro mostecké uhlí
- oblast definování kritérií užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví

2. Aditivum pro mostecké uhlí

2.1 Důvod realizace "Studie aditiv"

Spalovací zkoušky s mosteckým uhlím naznačily, jak důležitá je problematika aditiv - vápenců a to nejen z hlediska kvality odsíření spalin, spotřeby a tím i nákladů na aditivum, ale i z hlediska možnosti další úpravy a užití produkovaných fluidních popelů a popílků.

1. serie spalovacích zkoušek byla provedena pouze s vápencem z lokality Čížkovice. Bylo spalováno uhlí o obsahu $S^d = 1,35\%$.

Problémy s velkým přebytkem vápence se neprojevily, emise byly splněny a chemické složení získaných fluidních popelů a popílků bylo z hlediska jejich možné úpravy na granulát vyhovující.

V průběhu 2. serie spalovacích zkoušek bylo testováno vícevýhřevné uhlí s vyšším obsahem síry $S^d = 2,30 - 5,75\%$.

Oproti 1. serii spalovacích zkoušek, kde potencionální množství produkovaného SO_2 bylo cca 6.000 mg/Nm^3 , se ve 2. serii již jednalo o cca až 11.000 mg/Nm^3 .

Vzhledem k množství SO_2 , které bylo třeba "odsířit", byl použit nejen již osvědčený vápenec z lokality Čížkovice, ale i vápenec z jiné lokality ve dvou různých granulometriích.

Účinnost "jiného" vápence byla zvýšena přidavkem oxidu vápenatého CaO (ve dvou různých množstvích).

Očekávaným výsledkem bylo, že vápence aditivovaného bude potřeba pro stejný druh uhlí méně než klasického vápence z lokality Čížkovice. Tento předpoklad se nepotvrdil.

Nejlepším aditivem se pro odsíření všech testovaných druhů mosteckého uhlí opět potvrdil čížkovický vápenec. Nesplnil se tak předpoklad vyšší účinnosti aditivovaných vápenců a tím i jejich výrazně nižší spotřeby v porovnání s čížkovickým vápencem.

Všechny vápence (aditivované i neaditivované) byly před zahájením spalovacích zkoušek analyzovány a testovány na kalcinační a sulfatační schopnost (reaktivnost) v ÚVP Běchovice a ve VÚMO Radotín a za použití metod testování reaktivnosti používaných v ČR (ÚVP Běchovice - termogravimetrická, VÚMO Radotín - kalorimetrická).

Hodnocení reaktivnosti vápenců se lišilo stejně jako se liší metody testování reaktivnosti používané v obou ústavech a nebylo ve shodě s výsledky dosaženými v průběhu spalovacích zkoušek.

Reálné výsledky zkoušek vedly MUS a.s. ke spolupráci s CERCHAR v Mazingarbe ve Francii nejen v oblasti fluidního spalování uhlí, ale i v oblasti hodnocení reaktivnosti vápenců. V CERCHAR se testování reaktivnosti vápenců provádí v tzv. fluidní trubici, která v průběhu testování vápence vytváří podmínky velmi blízké podmínkám při vlastním fluidním procesu spalování a odsířování uhlí. Testování aditiv - vápenců ve fluidní trubici umožňuje definovat jejich citlivost na teplotu, aditivaci CaO a do určité míry i na granulometrii.*

**Poznámka:*

Testování aditiva ve fluidní trubici je výhodné pro porovnání aditiv z hlediska jejich účinnosti, ale pro definitivní přijetí závěru o výběru vhodného aditiva je toto testování vhodné doplnit ověřovací spalovací zkouškou v pilotní fluidní jednotce.

Cílem "Studie aditiv", kterou MUS a.s. provedla, bylo objasnit průběh spalovacích zkoušek v návaznosti na

- kvalitě uhlí
- požadovaném emisním limitu SO_2
- chemickém složení produkovaných popelů a popílků

a definovat optimální podmínky pro použití daného typu aditiva.

Do "Studie aditiv" byly zařazeny nejen všechny dosud použité druhy vápenců (lišící se granulometricky i výší aditivace CaO), ale i téměř chemicky čisté vápence ze čtyř lokalit v ČR. Důvodem bylo definovat pro odběratele mosteckého uhlí pro spalování ve fluidním kotli nejen optimální uhlí, ale i sortiment optimálních vápenců, a to nejen z hlediska podmínek dosažení platných emisních limitů, ale i z hlediska charakteru produkovaných fluidních popelů a popílků.

2.2 Rozsah "Studie aditiv"

Studie aditiv probíhala ve 3 etapách:

- | | |
|------------|--|
| I. etapa | testování vápenců č. 1, 2, 6, 7 a 8 ve dvou různých granulometriích při optimální teplotě spalování mosteckého uhlí ve fluidním kotli - 820 °C |
| II. etapa | testování vápenců č. 1, 2 a 8 a ve dvou různých granulometriích při teplotách - 850 a 875 °C |
| III. etapa | testování vápenců č. 1 a 2 ve stejné granulometrii při teplotách 770, 800, 820, 850, 875 °C a vápenců č. 3, 4, 5 o stejné granulometrii při teplotách 800, 820, 850 °C |

Pro potřeby tohoto článku budou jednotlivé vápence označeny čísly 1 - 5 s tím, že číslo 1 je vápenec z lokality Čížkovice. Vápence aditivované různým množstvím CaO budou označeny čísly 6 a 7.

Vápenec č. 1 je dolomitického charakteru, stejně jako nosič aditivace CaO v případě vápenců č. 6 a 7. Nosič je označen č. 8.

V ostatních případech jde téměř o chemicky čisté vápence.

Teplotní intervaly byly navrženy v souladu s reálnými teplotami, které jsou dosahovány v průběhu fluidního spalování při změnách výkonu kotle.

2.3 Výsledky "Studie aditiv"

Charakteristika vápence z hlediska testování ve fluidní trubici je prezentována

- a) stupněm využití oxidu vápenatého CaO
- b) rychlostí sulfatace (odsíření)

Dosažené výsledky je možné shrnout do těchto konstatování:

I. etapa

- vliv granulometrie:
všechny testované vápence prokázaly lepší účinnosti při jemnější granulometrii
- porovnání účinnosti vápenců:
z hlediska rychlosti sulfatace s přihlédnutím ke stupni využití CaO se jeví jako nejlepší vápenec č. 1, dále vápenec č. 7, č. 6, č. 8 a jako nejhorší č. 2

II. etapa

vliv teploty:

- teplota má na chování vápenců výrazný vliv
- čížkovický vápenec (č. 1) je možné hodnotit jako velmi účinný, přičemž rychlost jeho sulfatace není ovlivněna teplotou; optimální teplota se pohybuje v rozmezí 820-850 °C

- pro vápenec č. 2 je optimální teplota 875 °C
- pro vápenec č. 8 se optimální teplota pohybuje v rozmezí 850 - 875°C

vliv granulometrie:

- všechny testované vápence prokázaly lepší účinnosti při jemnější granulometrii
- aditivace CaO prakticky nemění úroveň využití vápence; určité zlepšení by bylo možné očekávat v případě granulometrické úpravy CaO, kterým je nosič - vápenec aditivován

porovnání účinnosti vápenců:

velmi účinným byl hodnocen vápenec č. 1
málo účinný vápenec č. 8
velmi málo účinný vápenec č. 2

III. etapa

vliv teploty:

- vápenec č. 1 si zachovává vysokou rychlost sulfatace i vysoký stupeň využití CaO i přes pokles teploty až na hodnotu 770 °C
- u vápence č. 2 výrazně klesá s teplotou už tak nízký stupeň využití CaO; rychlost sulfatace již tak výrazně neklesá
- u vápenců č. 3, 4 a 5 je optimální teplota rovna nebo vyšší jak 850 °C

porovnání účinnosti vápenců:

- vápenec č. 1 je hodnocen jako vynikající odsiřovadlo
- vápenec č. 2 je velmi málo reaktivní; jeho reaktivnost ještě klesá s teplotou
- vápence č. 3, 4 a 5 mají podobné vlastnosti; z hlediska rychlosti sulfatace se jeví jako nejlepší vápenec č. 4, dále č. 3 a pak č. 5
z hlediska stupně využití CaO je nejlepším č. 5, dále srovnatelně č. 3 a 4.

Grafické znázornění výsledků III. etapy viz graf 1.

2.4 Shrnutí výsledků "Studie aditiv"

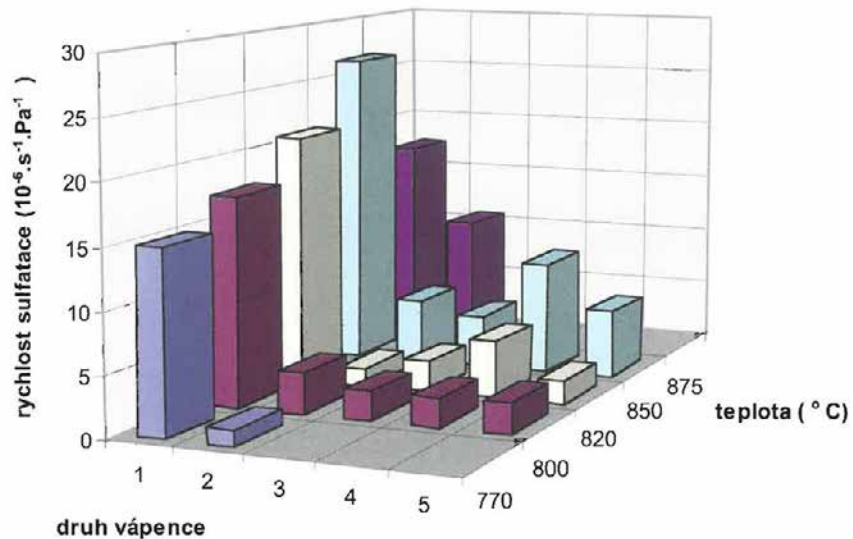
Výsledky dosažené v průběhu testování aditiv umožňují MUS a.s. doporučit pro vybraný typ uhlí optimální aditivum v závislosti na požadovaném výkonu fluidního kotle a emisních limitech.

Výsledky potvrzují předpoklad, že v případě použití nevhodného aditiva pro fluidní spalování vzroste spotřeba aditiva, klesne kvalita spalovacího procesu a výrazně vzrostou obsahy "absolutního" i "volného" oxidu vápenatého ve fluidních popelech a popílcích.

Význam obsahu "absolutního" i "volného" oxidu vápenatého ve fluidních popelech a popílcích je vysvětlen v kapitole 3.3.

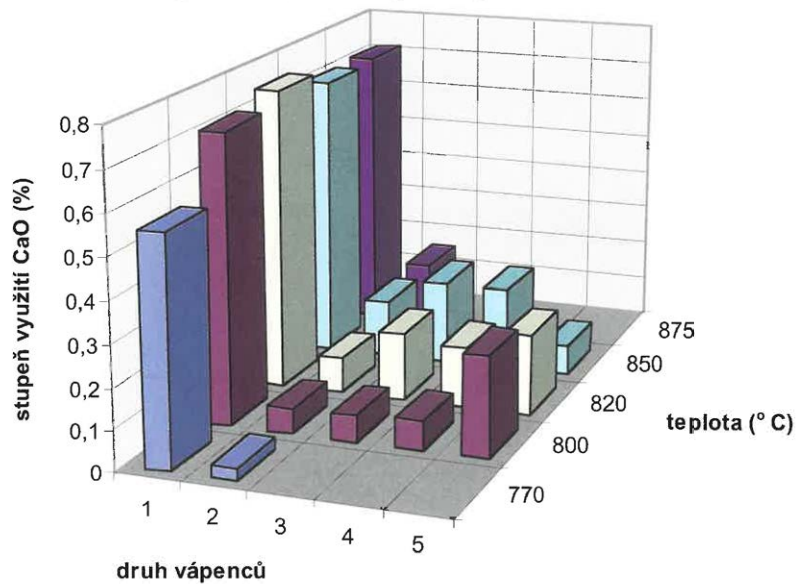
III. etapa "Studie aditiv"

**Závislost rychlosti sulfatace vápenců
na teplotě při stejné granulometrii**



III. etapa "Studie vápenců"

**Závislost stupně využití CaO vápenců
na teplotě při stejné granulometrii**



Graf 1

2.5 Přínos "Studie aditiv"

Všechny výsledky dosažené v oblasti "Studie aditiv" spolu s výsledky a poznatky z průběhu spalovacích zkoušek položily solidní základy pro

- zhodnocení vhodnosti uhlí určité kvality a granulometrie pro určitý typ fluidního spalování (stacionární či cirkofluidní) v návaznosti na velikost kotle (emisní limity dle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 117/1997 Sb.)
- definování vhodného aditiva - vápence z hlediska jeho maximálního využití a optimalizace spalovacího procesu
- definování hmotnostního rozložení fluidního popele a popílku v závislosti na typu spalovacího procesu, výkonu kotle a použitém aditivu
- definování charakteru produkovaných popelů a popílků z hlediska jejich další úpravy či využití ve stavebnictví
- obchodní jednání MUS a.s. v návaznosti na potřebu odběratele mosteckého uhlí v oblasti jeho fluidního spalování

3. Možnosti užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví

3.1 Strategie MUS a.s.

O strategii MUS a.s. v oblasti úpravy a užití tuhých produktů po spalování uhlí a produktů odsíření byli čtenáři podrobně informováni Ve Zpravodaji "Hnědé uhlí" v čísle 3/96.

Tato strategie zůstane zachována i v návaznosti na nový zákon o odpadech č. 125/97 Sb., který vejde v platnost 1.1.1998.

3.2 Cíl MUS a.s.

MUS a.s. chce svému odběrateli nabídnout vedle již ověřené možnosti užití upravených produktů po spalování uhlí v prostorách výsypek MUS a.s. (tzv. zpětný odběr) možnost užití produktů po spalování uhlí jako takových a tak zlepšit ekonomii užití mosteckého uhlí.

3.3 "Reálné" fluidní popely a popílků

Vzhledem k faktu, že v době realizace spalovacích zkoušek nebyl v ČR v provozu fluidní kotel, který by spaloval mostecké uhlí za současného splnění emisních limitů požadovaných zákonem o ochraně ovzduší a souvisejícími předpisy, bylo v průběhu všech spalovacích zkoušek odebíráno dostatečné množství fluidních popelů a popílků nejen pro jejich komplexní fyzikální a chemickou analýzu, ale i pro ověření

- možnosti jejich úpravy na granulát pro výsypky povrchových dolů
- vhodnosti pro následující směry stavebního průmyslu:
 - suché směsi (malty)
 - pórovité materiály
 - hutné materiály

Poznatky a výsledky dosažené v oblasti granulace budou prezentovány v některém z dalších čísel Zpravodaje "Hnědé uhlí".

Cílem testování vhodnosti fluidních popelů a popílků pro stavebnictví je stanovení kritérií použití fluidních popelů a popílků pro výše uvedené tři směry .

Užití klasických popelů a popílků pro stavebnictví je v ČR známo již déle. Oproti tomu užití fluidních popelů a popílků v této oblasti již natolik známé není. Důvodem je zcela odlišný charakter fluidních popelů a popílků, definovaný především jiným chemickým složením, tj.zvýšený obsah oxidu vápenatého CaO v anorganické matici a především pak obsah "volného" oxidu vápenatého CaO. Obsah "absolutního" CaO spolu s obsahem "volného"CaO je z hlediska užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví zcela zásadním a charakteristickým parametrem.

"Volné" CaO je aktivní forma CaO, která se velmi rychle zúčastňuje reakce s vodou (tj.první fáze výroby stavebních hmot).Vzniká vápenný hydrát Ca(OH)_2 , který vstupuje do dalších reakcí důležitých z hlediska tvorby pojivových složek stavebního materiálu (etringit). Díky tomuto faktu vykazují fluidní popely a popílků za optimálních podmínek výborné pojivové vlastnosti .

Obsah "absolutního" CaO spolu s obsahem "volného"CaO závisí výrazně na

- kvalitě a typu spalovacího procesu (stacionární či cirkofluidní lože)
- kvalitě uhlí
- kvalitě a účinnosti aditiva - vápence*
- granulometrii, charakteru a hmotnostním poměru produkovaných popelů a popílků

**Poznámka:*

Vzhledem k faktu, že emisní limity musí být splněny, je v průběhu spalovacího fluidního procesu dávkováno aditivum především se zřetelem na toto hledisko. Hledisko kvality a charakteru produkovaných popelů a popílků přichází až ve druhé řadě, ale je neméně důležité.

Harmonizace dávkování aditiva v množství optimálním jak z hlediska emisí tak i obsahu "absolutního" i "volného " CaO v produkovaných popelech a popílcích a tím i jejich dalšího užití, je cílem MUS a.s.

Značné poznatky v této oblasti přinesla MUS a.s. "Studie aditiv".

Možné obsahy CaO „absolutního“ a „vodného“ v závislosti na použitém aditivu a typu spalovacího procesu viz graf 2.

3.4 Výsledky dosažené v oblasti suchých směsí

Základní složkou průmyslově vyráběných malt je :

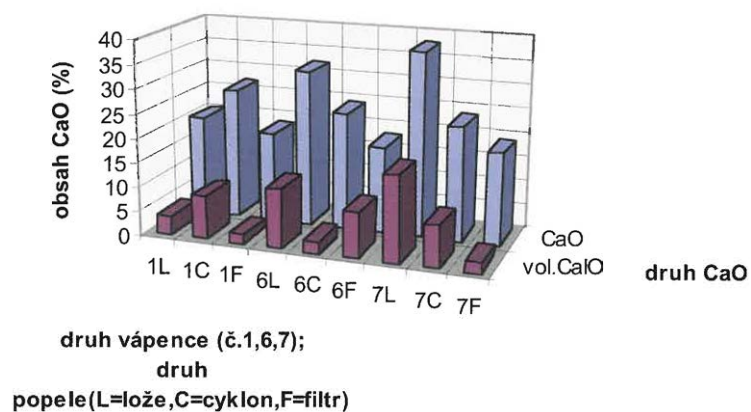
- kamenivo (písek atd.)
- pojivo (cement, vápenný hydrát atd.)
- přísady pro zlepšení některých vlastností

Pro ověřovací testy byla stanovena zásada, aby fluidní popely a popílků byly využity

- v co největší míře
- (v ideálním případě v hmotnostním poměru tak, jak odpadají při spalovacím procesu)
- pokud možno bez jakékoliv úpravy

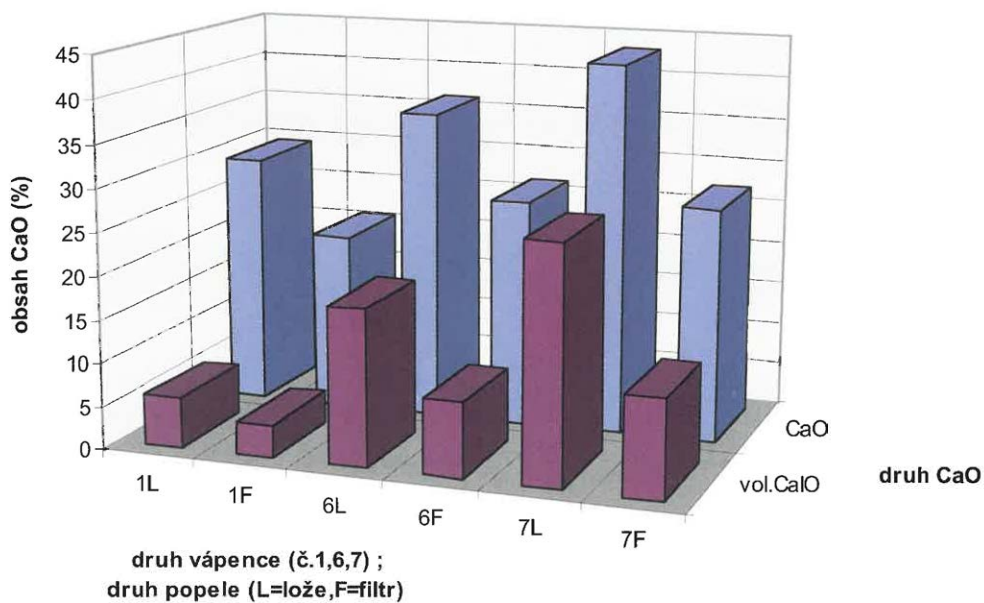
Obsah CaO a volného CaO ve fluidních popelu a popílku dle místa jeho odběru v závislosti na použitém aditivu při stacionárním spalování

(spalováno stejné uhlí, požadovány stejné emisní limity)



Obsah CaO a volného CaO ve fluidním popelu a popílku dle místa jeho odběru v závislosti na použitém typu aditiva při cirkofluidním spalování

(spalováno stejné uhlí, požadovány stejné emisní limity)



Graf 2

V současné době můžeme konstatovat, že tento požadavek je reálně splnit za předpokladu, že

- ložový popel bude v určité frakci odstraněn, granulometricky upraven a vrácen do procesu výroby
- bylo konstatováno, že obsah "absolutního" CaO spolu s obsahem "volného" CaO má vliv na vhodnost či nevhodnost fluidního popele a popílku pro výrobu malt
- i bez přídavku pojiva mají určité fluidní popely a popílky schopnost dosáhnout vlastností malt
- v některých případech je v závislosti na obsahu "volného" CaO tuhnutí příliš rychlé; je možno řešit přídavkem vhodných inhibitorů
- k vypracování kritérií užití fluidních popelů a popílků pro užití v oblasti suchých směsí je potřeba ověřit trvanlivost; tato je stanovována za různých podmínek a v různých časových intervalech

Některé výsledky dosažené v oblasti pevnosti v tlaku suchých směsí z fluidních popelů a popílků v závislosti na obsahu „volného“ CaO, způsobu uložení (VL = vlhké uložení, bez popisu = venkovní uložení) a časovém intervalu jsou uvedeny v grafu 3.

3.5 Výsledky dosažené v oblasti pórobetonů

Zásada, stanovená v průběhu ověřovacích testů, vhodnosti fluidních popelů a popílků pro suché směsi byla předeslána i v této oblasti. V průběhu provádění testů však v konečné fázi bylo ke směsi fluidního popele a popílku vždy přidáváno pojivo (cement, vápno).

Byla vyrobena zkušební tělesa, ověřeny jejich základní vlastnosti. Bylo konstatováno, že

- ložový popel je nutné granulometricky upravovat
- některá zkušební tělesa se rozpadla již po autoklávování, některá až v průběhu testování mrazuvzdornosti, jiná zkušební tělesa vykazovala výborné vlastnosti
- úpravou receptury výroby pórobetonů za přídavku hydrofobizačních aditiv je možno vztlakovost některých zkušebních těles snížit a tak zlepšit jejich mrazuvzdornost
- díky široké škále fluidních popelů a popílků, získaných v průběhu spalovacích zkoušek, je možné i na základě "neúspěšných" výsledků stanovit kritéria použití fluidních popelů a popílků pro výrobu pórobetonů
- v současné době je ověřována trvanlivost materiálů vyrobených z fluidních popelů a popílků za různých podmínek a v různých časových intervalech

3.6 Výsledky dosažené v oblasti hutných materiálů

Základní složkou průmyslově vyráběných hutných materiálů je

- kamenivo (písek atd.)
- pojivo (cement atd.)

- plastifikátory
- provzdušňující přísady

Zásada stanovená v průběhu ověřovacích testů vhodnosti fluidních popelů a popílků pro suché směsi byla předeslána i v této oblasti.

Zkušební tělesa byla vyrobena ve dvou seriích (středotlaké a nízkotlaké kompaktování) a ověřeny jejich základní vlastnosti. Bylo konstatováno, že

- mletí ložového popele snižuje možnost poruchy struktury hmoty a zvyšuje pevnost v tlaku
- bez použití pojiva lze středotlakým kompakтовáním dosáhnout vysoké pevnosti v tlaku (101, MPa !)
- tyto výsledky jsou nesrovnatelné s klasickými stavebními materiály, kdy materiály třídy I dosahují pevnosti 60 MPa, ovšem za přídavku velmi kvalitních materiálů
- vysoký obsah CaO snižuje stabilitu hmoty stejně jako zvýšené obsahy SO_3
- stejně jako v předešlých dvou oblastech stavebních hmot je i v této oblasti ověřována trvanlivost za různých podmínek a v různých časových intervalech.

Některé výsledky dosažené v oblasti pevností hutných materiálů z fluidních popelů a popílků v závislosti na čase a v porovnání s hodnotami dosaženými u srovnávací sady hutného materiálu (v grafu označené jako SS) viz graf 4.

3.7 Shrnutí výsledků dosažených v bodě 3.4 - 3.6

Všechny výsledky dosažené v oblasti ověřovaných typů stavebních hmot je možné hodnotit jako velmi uspokojivé, v některých případech vynikající. Jakmile bude dokončeno testování trvanlivosti, budou dosažené výsledky vyhodnoceny a zapracovány do návrhu kritérií pro užití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví.

Již teď je možno říci, že fluidní popely a popílky, díky svému charakteru, mají takové vlastnosti, že o nich můžeme hovořit jako o "pojivu budoucnosti". V době, kdy ceny přírodních materiálů (písek, kamenivo, vápenec ...) rostou a navíc jde o přírodní bohatství naší republiky, je využití fluidních popelů a popílků ve stavebnictví aktuální záležitostí.

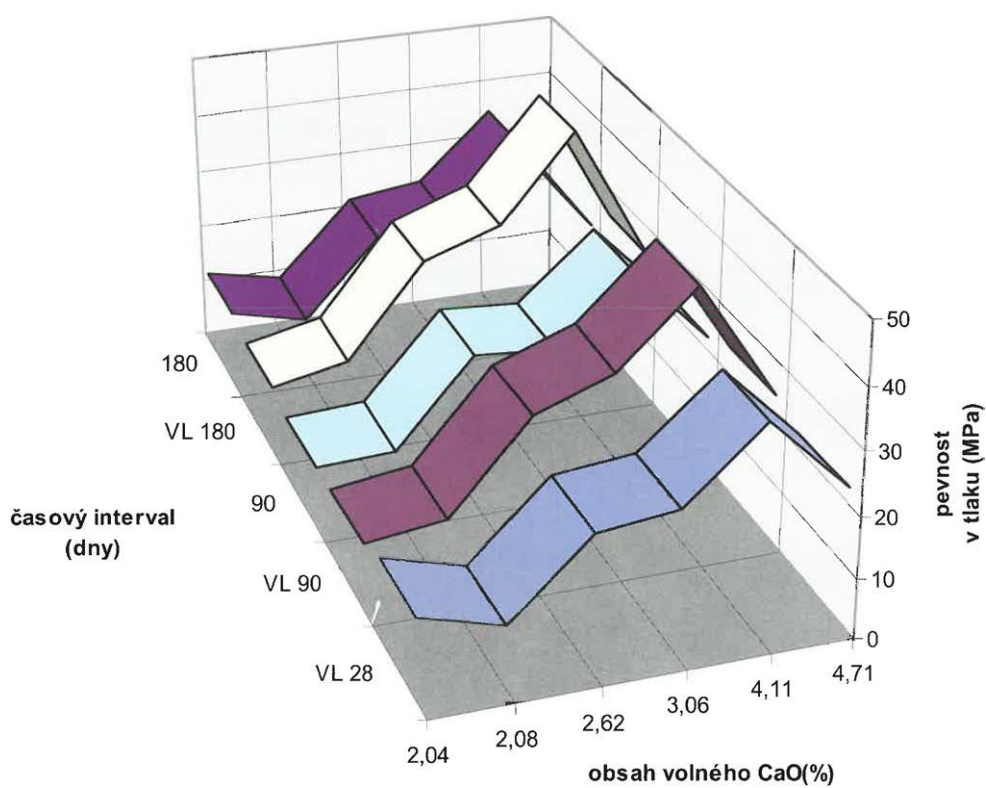
4. Závěr

Všechny výsledky a poznatky, které MUS a.s. dosáhla, slouží k rozvoji její obchodní činnosti, zlepšení ekonomie užití uhlí a samozřejmě odběratelům MUS a.s.

V souladu s obrázkem 1 (autor Ing. Jaroslav Vyskočil, MUS a.s.), který je přílohou článku, má MUS a.s. zájem na uceleném a komplexním využití uhlí a to nejen v oblasti získávání tepla (spalovací proces), úpravy zbytků po spalování uhlí, ale i v oblasti využití produktů po spalování uhlí.

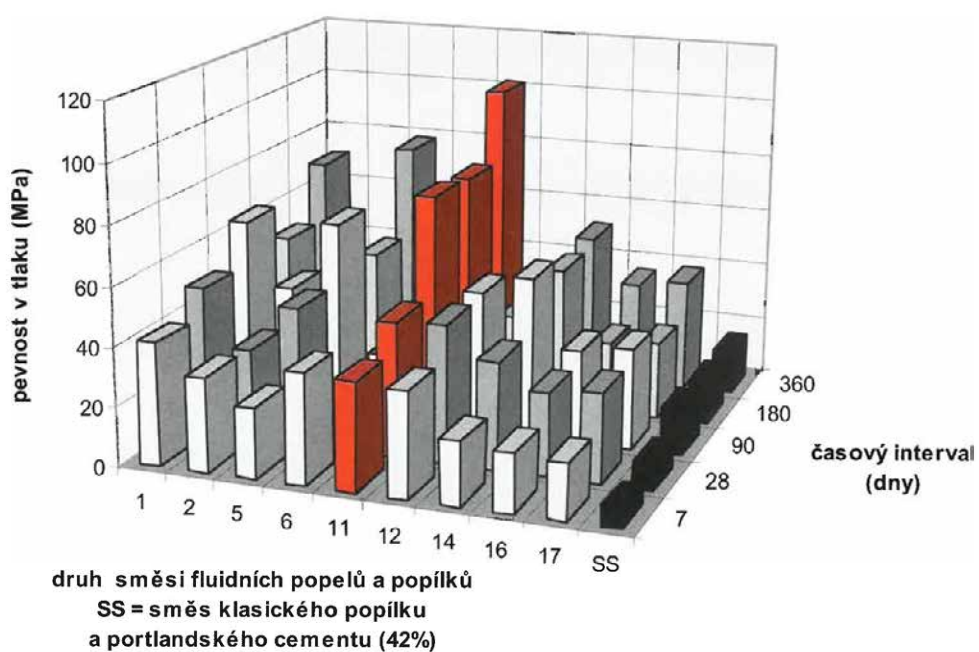
Na základě dosažených výsledků je MUS a.s. v současné době schopna nabídnout svému odběrateli komplexní služby související s užitím mosteckého uhlí.

***Pevnost v tlaku vybraných suchých směsí
v závislosti na obsahu volného CaO,
způsobu uložení a časovém intervalu***



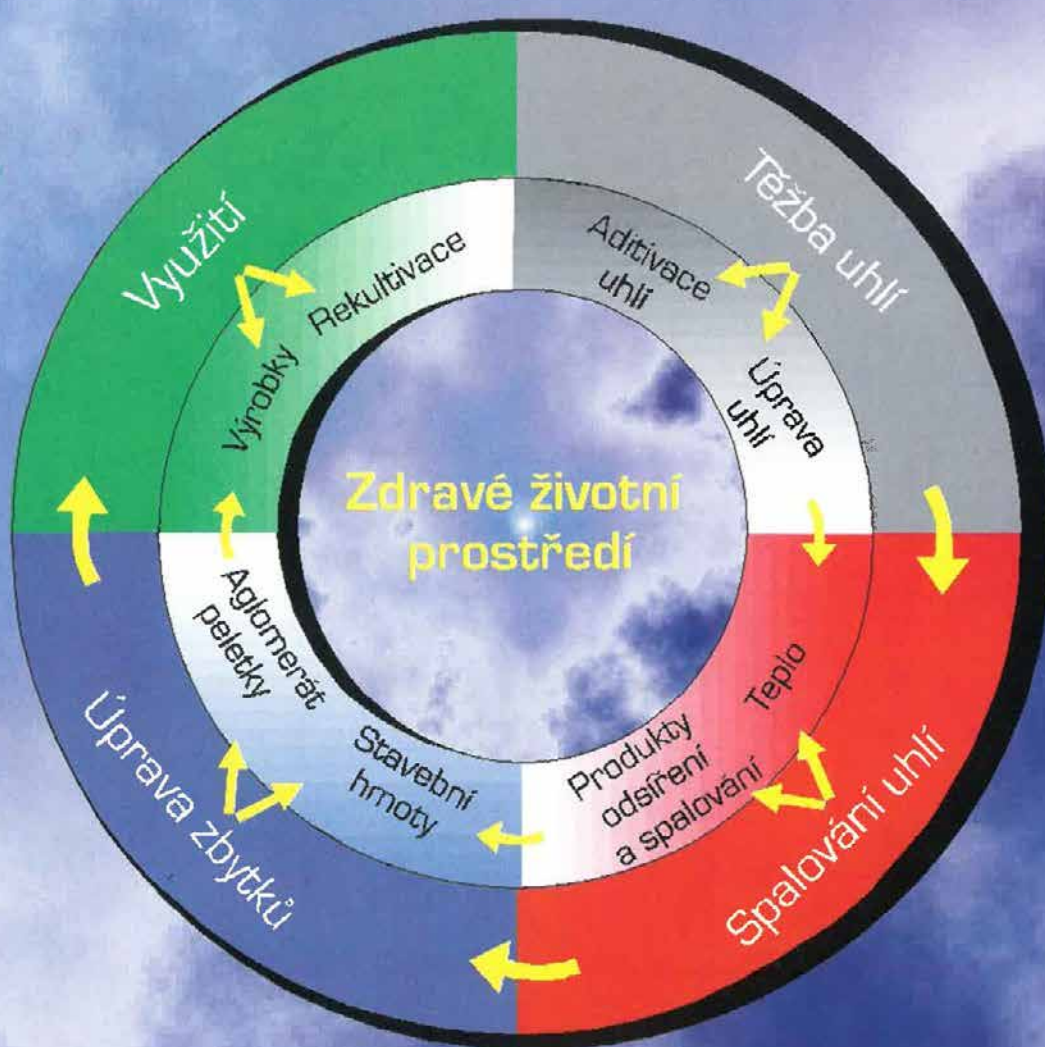
Graf 3

***Pevnost v tlaku hutných materiálů
z fluidních popelů a popílků
v závislosti na čase***



Graf 4

Mostecké hnědé uhlí komplexně využitelná surovina



emigopy

Obr. 1